

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 5 月 22 日 (22.05.2003)

PCT

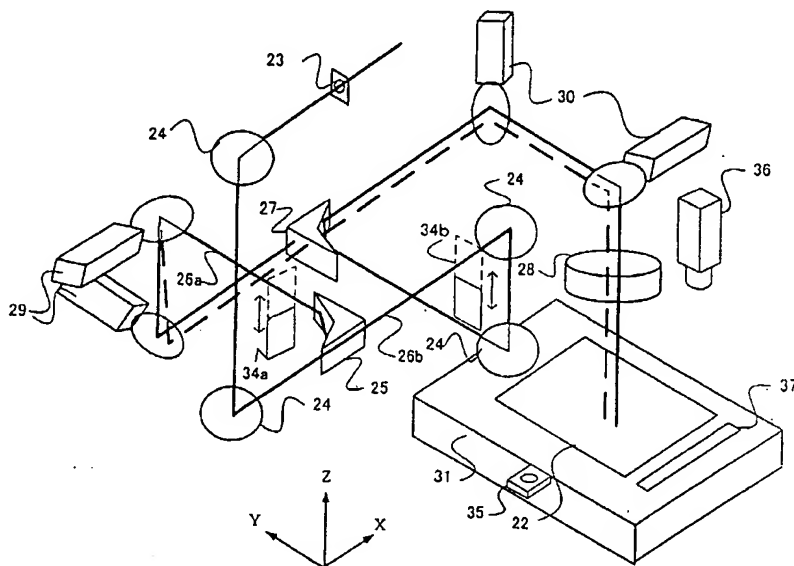
(10) 国際公開番号
WO 03/041904 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B23K 26/067, H05K 3/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/11838 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 黒岩 忠
(22) 国際出願日: 2002 年 11 月 13 日 (13.11.2002) (KUROIWA, Tadashi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 井嶋 健一 (IJIMA, Kenichi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小林 信高 (KOBAYASHI, Nobutaka) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願 2001-349664 (74) 代理人: 宮田 金雄, 外 (MIYATA, Kaneo et al.); 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
2001 年 11 月 15 日 (15.11.2001) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (国内): CN, DE, JP, KR, US.
添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: LASER BEAM MACHINING DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ加工装置



(57) Abstract: A laser beam machining device, wherein one laser beam (26) is divided into two laser beams (26a, 26b) by a first polarization means (25), one is passed through mirrors (24) and the other is scanned in dual axis directions by a first galvano-scanner (29), and the two laser beams (26a, 26b) are scanned by second galvano-scanners (30) after being led to a second polarization means (27) to machine a work (22), an optical path being so formed that the laser beam (26b) passed through the first polarization means (25) is reflected by the second polarization means (27) and the laser beam (26a) reflected by the first polarization means (25) is passed through the second polarization means (27).

[続葉有]

WO 03/041904 A1

BEST AVAILABLE COPY



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

1つのレーザ光(26)を第一の偏光手段(25)で2つのレーザ光(26a, 26b)に分光し、一方はミラー(24)を経由し、他方は第一のガルバノスキャナ(29)で2軸方向に走査し、2つのレーザ光(26a, 26b)を第二の偏光手段(27)へ導いた後、第二のガルバノスキャナ(30)で走査し、被加工物(22)を加工するレーザ加工装置において、
第一の偏光手段(25)で透過したレーザ光(26b)は第二の偏光手段(27)で反射させ、第一の偏光手段(25)で反射したレーザ光(26a)は第二の偏光手段(27)で透過させるよう光路を構成する。

明 細 書

レーザ加工装置

5 技術分野

この発明は、プリント基板等の被加工物に対して穴あけ加工を主目的としたレーザ加工機に関するものであり、その生産性向上を図るものである。

10 背景技術

第 8 図は、従来の一般的な穴あけ用レーザ加工装置を示す概略構成図である。

図において、1 はプリント基板等の被加工物、2 は被加工物 1 に例えばバイアホール、スルーホール等の穴あけ加工等を行うためのレーザ光、
15 3 はレーザ光 2 を発振するレーザ発振器、4 はレーザ光 2 を反射させて光路を導く複数のミラー、5、6 はレーザ光 2 を走査するためのガルバノスキャナ、7 はレーザ光 2 を被加工物 1 上に集光させるための $f \theta$ レンズ、8 は被加工物 1 を移動させるための XY ステージである。

一般的な穴あけ加工用レーザ加工装置では、レーザ発振器 3 より発振
20 されたレーザ光 2 は、必要なマスク、ミラー 4 を経由してガルバノスキャナ 5、6 に導かれ、ガルバノスキャナ 5、6 の振れ角を制御することにより、 $f \theta$ レンズ 7 を介して被加工物 1 の所定位置にレーザ光 2 を集光する。

なお、 $f \theta$ レンズ 7 を介したガルバノスキャナ 5、6 の振れ角には、例
25 えば 50mm 四方等の限界があるので、被加工物 1 の所定位置へのレーザ光 2 の集光には、XY ステージ 8 をも制御することにより、広い範囲で

の被加工物 1 の加工を可能としている。

ここで、レーザ加工装置の生産性はガルバノスキャナ 5、6 の駆動速度、 $f\theta$ レンズ 7 の加工エリアと密接な関係がある。

ガルバノスキャナの駆動速度を向上するためには、ガルバノスキャナの
5 回転軸に固定され、振れ角の制御により駆動するガルバノミラーの質量
を小さくすること、また、例えばガルバノスキャナ 5、6 と $f\theta$ レンズ
7 の距離を変更する等、光学系の設計変更を実施し、加工範囲を維持し
たままガルバノスキャナの振れ角を小さくすることが有効であるが、前
述のガルバノミラーの質量を軽減するために、ガルバノスキャナのミラ
10 ー径を小さくすると、マスク通過時、周辺部分がマスクで遮断され、径
が一旦小さくなるレーザ光 2 は、マスク通過後は回折により径が広がり、
ガルバノスキャナ 5、6 のガルバノミラー到着時は、ガルバノミラーよ
り大きくなり、レーザ光 2 はガルバノミラーからこぼれる部分が発生し、
マスクの像を正確に被加工物 1 上に転写できなくなり、微細穴加工を行
15 うことができなくなる。

また、加工範囲を維持したままガルバノスキャナの振れ角を小さくする
ことは、 $f\theta$ レンズとガルバノスキャナの位置関係を変更する等の光学
的・設計変更を実施することで可能となるが、設計に最も時間を要し、非
常に高価な $f\theta$ レンズの仕様や光学系全体の設計変更が必要になり、シ
20 ングルビームでの安価で容易な生産性向上は困難であった。

前記方式の生産性向上を目的としたレーザ加工装置として、例えば特
開平 1 1 - 3 1 4 1 8 8 号公報が開示されている。

第 9 図は、特開平 1 1 - 3 1 4 1 8 8 号公報に示されるレーザ加工装置
25 の概略構成図である。

図において、9 は被加工物、10 はマスク、11 はレーザ光を分光する

ためのハーフミラー、12はダイクロイックミラー、13aはハーフミラーを反射したレーザ光、13bはハーフミラーを透過しダイクロイックミラーで反射したレーザ光、14、15はミラー、16はレーザ光13a、13bを被加工物9上に集光させるための $f\theta$ レンズ、17、18はレーザ光13aを加工エリアA1に導くためのガルバノスキャナ、19、20はレーザ光13bを加工エリアA2に導くためのガルバノスキャナ、21は被加工物の各部を加工エリアA1またはA2に移動させるためのXYステージである。

第9図で示されるレーザ加工装置は、マスク10を通過したレーザ光をハーフミラー11を経由させて複数に分光し、分光したレーザ光13a、13bをそれぞれ $f\theta$ レンズ16の入射側に配置した複数のガルバノスキャナ系に導き、該複数のガルバノスキャナ系により走査することにより、分割設定された加工エリアA1、A2に照射することを可能としている。

なお、分光したレーザ光13aは第1のガルバノスキャナ系17、18を経由して $f\theta$ レンズ16の半分の領域に導入する。

また分光した他方のレーザ光13bは第2のガルバノスキャナ系19、20を経由して $f\theta$ レンズ16の残り半分の領域に導入させ、第1、第2のガルバノスキャナ系は $f\theta$ レンズ16の中心軸に関して対称に配置することにより、 $f\theta$ レンズ16を1/2ずつ同時利用し生産性向上を可能にしている。

しかしながら特開平11-314188号公報に開示される装置では、ハーフミラー11を経由させて複数に分光したレーザ光をそれぞれ第1のガルバノスキャナ系17、18と第2のガルバノスキャナ系19、20で走査し、分割設定された加工エリアA1、A2に照射する構成を

とっているため、ハーフミラー 11 により分光したレーザ光 13 a、13 bの間にはハーフミラー 11 を反射と透過することの違いによる加工穴の品質にばらつきが生じ易い。

例えば、分光したレーザ光 13 a と 13 b の間にエネルギー差が生じた場合、被加工物 9 に加工される加工穴には穴径や穴深さ等の違いが生じ易いため、穴径等のばらつきを厳密に要求される加工を満足することができない可能性がある。

ここで、レーザ光 13 a より 13 b のエネルギーが高いとき、レーザ光 13 b の光路中に光学アッテネータ等の高価な光学部品をさらに追加し、レーザ光 13 b のエネルギーが小さくなるよう調整する必要があるが、光学アッテネータ等の光学部品は、一定の割合のエネルギーを取り除く仕様で製作する必要がある、例えば 5 % のエネルギーを取り除く仕様と 3 % のエネルギーを取り除く仕様が必要な場合は 2 種類の光学アッテネータを製作するといったように、数種類の仕様で光学アッテネータを準備し、エネルギー差の調整を実施する毎に交換する必要もあった。

また、第 9 図に示す光路構成では、分光したレーザ光 13 a、13 b のマスク 10 通過後被加工物 9 に照射されるまでの光路長が異なり、被加工物 9 上での厳密なビームスポット径も異なったものになってしまうという問題もあった。

さらに、 $f \theta$ レンズ 16 を等分割し、分割設定された加工エリアを A1、A2 を同時加工するため、加工エリア A1、A2 の加工穴数に大きな違いがある時、またワークの端部分等加工エリア A1、A2 の内どちらかに加工対象穴がない時等は生産性の向上が見込めない。

25 発明の開示

この発明は、このような課題を解決するためになされたもので、分光

したレーザ光のエネルギーや品質の違いを最小にし、それぞれの光路長を同一にすることでビームスポット径も同一にすることができ、また分光したレーザ光を同一領域に照射することにより、より安価に生産性を向上したレーザ加工装置を提供することを目的としている。

5

この目的を達成するために、第1の観点によれば、1つのレーザ光を第一の偏光手段で2つのレーザ光に分光し、一方はミラーを経由し、他方は第一のガルバノスキャナで2軸方向に走査し、2つのレーザ光を第二の偏光手段へ導いた後、第二のガルバノスキャナで走査し、被加工物を加工するレーザ加工装置において、第一の偏光手段で透過したレーザ光は第二の偏光手段で反射させ、第一の偏光手段で反射したレーザ光は第二の偏光手段で透過させるよう光路を構成するものである。

10

また、2つの偏光手段の反射面が互いに向き合うように配置し、分光したそれぞれのレーザ光の光路長がそれぞれ同一になる光路を形成するものである。

また、偏光手段の固定部分に、分光した2つレーザ光の軸を含む面に垂直な軸中心に、回転機構を備えたものである。

15

また、偏光手段を透過するレーザ光の透過率を回転機構の回転により変化させることにより、上記レーザ光のエネルギーバランスを調整するものである。

分光したレーザ光のうち、任意のレーザ光を取り出すためのレーザ光選択手段を備えたものである。

20

また、レーザ光選択手段として、レーザ光を分光したそれぞれの光路に設けられたシャッタの開閉を制御し、任意の光路からのレーザ光を取り出すものである。

また、各光路毎のレーザ光のエネルギーバランスを検出する検出手段を

25

備え、この検出手段により検出された各レーザ光のエネルギーバランスがほぼ均等となるべく調整するものである。

また、検出手段は、被加工物が載置されるX Yテーブル近傍に設けられたパワーセンサで構成するものである。

5 また、分光したそれぞれのレーザ光の光路長が、第一の偏光手段と第二の偏光手段との間でそれぞれ同一になるように形成するものである。

また、第一のガルバノスキャナが走査する振れ角は、第二のガルバノスキャナが走査する振れ角より小さいものである。

10 また、第一の偏光手段と第二の偏光手段との間で形成される各光路において、各レーザ光は同数のミラーにより反射されるものである。

また、レーザ発振器と第一の偏光手段の間に第三の偏光手段を設け、該第三の偏光手段により分光した二つのレーザ光をそれぞれ複数の第一の偏光手段及び第二の偏光手段に導き、レーザ光を $2n$ 個に分光するものである。

15

図面の簡単な説明

第1図は、この発明の実施の形態によるレーザ加工機の光路構成を概略的に示した図である。

20 第2図は、この発明の実施の形態によるレーザ加工機の光路構成の内、偏光ビームスプリッタによるレーザ光の反射、透過する部分の拡大図及び構造図である。

第3図は、この発明の実施の形態による偏光ビームスプリッタにおけるレーザ光の入射角による反射及び透過率の依存性を示した図である。

25 第4図は、ガルバノスキャナの振れ角を自動補正するプログラムのフローチャートである。

第5図は、偏光ビームスプリッタの角度を自動調整するプログラムの

フローチャートのである。

第 6 図は、偏光手段を追加し、4 つのレーザ光で加工を実施する場合のレーザ加工機の実施例の概略構成を示した図である。

第 7 図は、ガルバノスキャナの振れ角を自動補正するプログラムのフローチャートである。

第 8 図は、従来一般的な穴あけ用レーザ加工機の概略構成を示した図である。

第 9 図は、従来の生産性向上を目的とした穴あけ用レーザ加工機の概略構成を示した図である。

10

発明を実施するための最良の形態

実施の形態 1.

第 1 図は、この発明の実施形態によるレーザ加工装置を示す概略構成図である。

15 図において、22 はプリント基板等の被加工物、23 は被加工物 22 上に所望の加工形状、（例えば円形）を転写するための像を形成するためのマスク、24 はレーザ光を反射させて光路を導く複数のミラー、25 はレーザ光を分光するための第一の偏光手段である第一の偏光ビームスプリッタ、26 a は第一の偏光ビームスプリッタを反射したレーザ光、
20 26 b は第一の偏光ビームスプリッタを透過したレーザ光、27 はレーザ光 26 a を透過、26 b を反射させるための第二の偏光手段である第二の偏光ビームスプリッタ、28 はレーザ光 26 a、26 b を被加工物 22 上に集光させるための f θ レンズ、29 はレーザ光 26 a を 2 軸方向に走査し第二の偏光ビームスプリッタに導くための第一のガルバノ
25 スキャナ、30 はレーザ光 26 a、26 b を 2 軸方向に走査し被加工物 22 に導くための第二のガルバノスキャナ、31 は被加工物 22 を移動

させるためのXYステージ、34はレーザ光の光路上に設けられレーザ光を遮るレーザ光選択手段としてのシャッタ、35はf θ レンズ28から出射されるレーザ光のエネルギー測定するパワーセンサ、36はレーザ光による加工穴等の穴径、穴位置を測定するための撮像素子であるCCDカメラ、37はガルバノスキャナ振れ角補正用の被加工物である。

第2図は、偏光ビームスプリッタ25、27におけるレーザ光の反射、透過部分を示すもので、32は入射光を反射又は透過させるためのウィンドウ、33はウィンドウ32で反射した入射光成分を入射光に対して反射光を90°に出射させるためのミラー、41は偏光ビームスプリッタへの入射角が変化しても出射角度、及び位置が変化しない位置を回転軸として配置したサーボモータ、42はサーボモータ41を固定するするブラケット、43は偏光ビームスプリッタとサーボモータを連結するブラケットである。

なお、偏光ビームスプリッタ25、27のウィンドウ部分32は、CO₂レーザの場合、ZnSeが材料としてよく使用されるが、他の材料例えばGe等でも製作は可能である。

本発明においては、発振されたレーザ光を円偏光とし第一の偏光ビームスプリッタ25に導き、第一の偏光ビームスプリッタにて透過する偏光方向が入射面と平行なP波であるレーザ光26bと、反射する偏光方向が入射面と垂直なS波であるレーザ光26aに分光される。

なお、第一の偏光ビームスプリッタ25へ導くレーザ光は、円偏光ではなく、P波とS波の偏光方向に対し45°の角度をなす直線偏光でも構わない。

ここで、円偏光、直線偏光どちらのレーザ光を第一の偏光ビームスプリッタに導く場合でも、レーザ発振器から直線偏光でレーザ光を発振する必要がある。

レーザ光を円偏光として第一の偏光ビームスプリッタ 25 に導くためには、光路中に直線偏光を円偏光に変えるリターダを使用し、リターダにおいて入射光と反射光が 90° をなす角度で入射させる必要があり、また、リターダに入射するレーザ光の偏光方向は入射光軸と反射光軸を
5 2 辺とする平面とリターダの反射面の交点に対し 45° の角度で入射させる必要があるが、円偏光のレーザ光は P 波、S 波の偏光方向を均一に含んでおり、第一の偏光ビームスプリッタ 25 に導くときの偏光方向の制限がないため、光路設計の自由度が高い。

一方、直線偏光を使用する場合、前述の通り第一の偏光ビームスプリッタで分光される P 波と S 波の偏光方向に対し 45° の角度をなす直線偏光としてレーザ光を第一の偏光ビームスプリッタ 25 に導く必要があり光路設計に制約はあるが、リターダとリターダに入射するレーザ光の偏光方向、及び光軸角度の調整機構、及び調整が不要となり、光路を簡易化することでコスト面に貢献することが可能になる。

15

第一の偏光ビームスプリッタ 25 を透過したレーザ光 26 b は、ベンドミラー 24 を経由して、第二の偏光ビームスプリッタ 27 に導かれる。一方、第一のビームスプリッタ 25 で反射したレーザ光 26 a は、第一ガルバノスキャナ 29 により 2 軸方向に走査された後、第二の偏光ビームスプリッタ 27 に導かれる。
20

その後、レーザ光 26 a、26 b は第二のガルバノスキャナ 30 により 2 軸方向に走査された後、f θ レンズ 28 により被加工物 22 上に照射する。

このとき第一のガルバノスキャナ 29 を走査することにより、レーザ光
25 26 a は被加工物 22 上においてレーザ光 26 b と同一位置に照射することが可能である。

また、あらかじめ設定された範囲内でレーザ光 26 b に対して任意の位置に、例えば、ガルバノスキャナ 29 を走査することによりレーザ光 26 a をレーザ光 26 b を中心にビームスプリッタのウィンドウ 32 の特性を考慮して、4 mm 角の範囲内を走査することにより、第二のガルバノスキャナ 30 を介して、被加工物 22 上の任意の異なる 2 点にレーザ光を照射することを可能にしている。

第一の偏光ビームスプリッタ 25 を反射したレーザ光 26 a は、第二の偏光ビームスプリッタ 27 を透過、第一の偏光ビームスプリッタ 25 を透過したレーザ光 26 b は、第二の偏光ビームスプリッタ 27 を反射するよう構成されている。

そのため、分光した 2 つのレーザ光はそれぞれ反射と透過両方の過程を経ているため、反射と透過の違いによるレーザ光の品質のばらつきやエネルギーバランスの崩れを相殺することを可能にしている。

例えば、偏光ビームスプリッタにおけるレーザ光の入射角が理想のブリュースター角近傍では、偏光ビームスプリッタでの反射及び透過率は図 3 のようになる。

なお、第 3 図の縦軸は、入射されるレーザ光が完全に 2 分割された場合の反射率、透過率を 100 % として記述しており、例えば反射率が 100 % の場合、入射光に対する反射光の割合は 50 % となる。

2 つの偏光ビームスプリッタに対してレーザ光の入射角がブリュースター角に対してそれぞれ誤差 -2° の場合、1 つの偏光ビームスプリッタ当たり、レーザ光の反射率が 99 %、透過率が 97 % となり、反射または透過の過程を 2 回経て得られる 2 つのレーザ光のエネルギーは 98 % と 94 % となり 4 % のエネルギー差が生じてしまうが、反射と透過両方の過程を 1 回ずつ経て得られるレーザ光のエネルギーはどちらも 96 % となり、前述のような光路を構成することで、このような特性を相

殺することを可能にしている。

また、2つの偏光ビームスプリッタは同一のものを使用することで、前記の相殺効果を容易にするとともに、コスト面にも貢献している。

2つの偏光ビームスプリッタを第1図に示すように配置したことにより、第一の偏光ビームスプリッタ25～第二の偏光ビームスプリッタ27間のレーザ光26aと26bの光路長を同一としているため、分光した2つのレーザ光のビームスポット径を同一にすることができる。

例えば、本発明の実施の形態では光路をX、Y、Z方向に分解してもそれぞれ同一光路長なるため、光路構成要素を大小設計変更しても光路をX、Y、Z方向に伸縮することが可能でレーザ光26aと26bの光路長は同一まま保つことを可能にしている。

また、第2図に示すように、偏光ビームスプリッタは入射光に対して反射光が90°に出射するようにミラー33を一体化している。

偏光ビームスプリッタの固定部分は、第2図に示すように、分光した2つレーザ光26aと26bの軸を含む面に垂直な軸中心に回転機構を備えた構造とし、分光した2つのレーザ光26aと26bの間にエネルギー差が生じた場合には、第3図に示すレーザ光の入射角に対する反射率及び透過率の依存性を利用することでエネルギー差の調整を可能としており、光学アッテネータ等の他の光学部品を必要とせず安価な方法で、2つ偏光ビームスプリッタを経た後の2つのレーザ光26aと26bのエネルギーバランスの精度をより高めることを可能にしている。

また、回転軸の位置は偏光ビームスプリッタへの入射角が変化しても出射位置が変化しない位置とし、偏光ビームスプリッタを回転させエネルギーバランスを調整しても、その後の光路の角度や位置の変化を最小にするよう工夫されている。

例えば、第2図における回転軸をウィンドウ32とミラー33の交点に

配置した場合、偏光ビームスプリッタを $\pm 5^\circ$ 回転した時、ウインドウ
32に対するレーザ光の入射角度が大きくなることに對し、ミラー33
への入射角度が小さくなり、ウインドウ32に対するレーザ光の入射角
度小さくなることに對し、ミラー33への入射角度が大きくなり、角
5 度の誤差を相殺することで偏光ビームスプリッタへの入射光に対する
出射角度は誤差無しの 90° 、また出射位置の変化量は無く、この効果
は偏光ビームスプリッタのウインドウ32またはミラー33のどちら
を入射側としても同様の効果を得ることが可能となる。

第3図による偏光ビームスプリッタでの反射及び透過率と入射角の
10 関係とこの効果により、第一の偏光ビームスプリッタ25を反射したレ
ーザ光26aのエネルギーが高い場合は、第二の偏光ビームスプリッタ2
7を回転させレーザ光26aの透過率を調整することでエネルギーを低
くすることができ、また、第一の偏光ビームスプリッタ25を透過した
レーザ光26bのエネルギーが高い場合は、第一の偏光ビームスプリッタ
15 25を回転させレーザ光26bの透過率を調整することでエネルギーを
低くすることができ、その後の光路調整は不要となるためメンテナンス
時間の短縮を計ることができる。

次に、レーザ光のエネルギーバランスを調整するため、偏光ビームスプ
20 リッタの角度を自動調整する際のフローを第4図を用いて説明する。

まず、XYステージ31に固定されたパワーセンサー35の受光部が
f θ レンズ28から出射されるレーザ光を受光できる位置にパワーセ
ンサー35を移動する(ステップS1)。

その後、第一のシャッター34aを開け、第二のシャッター34bは
25 閉じて(ステップS2)、図示していないレーザ発振器からレーザ光が
出射され、レーザ光26aのエネルギーがパワーセンサー35で測定され

る（ステップS3）。

エネルギー測定後、一旦レーザ光の発振は停止し、第一のシャッター34aを閉じ、第二のシャッター34bを開く（ステップS4）。

再びレーザ光を出射することで、レーザ光26bのエネルギーがパワー
5 センサー35で測定される（ステップS5）。

制御装置において測定した2つのレーザ光26a、26bのエネルギー差が計算され（ステップS6）、許容値内であれば調整は終了するが、許容値を外れている場合は、第一の偏光ビームスプリッタ25と第二の偏光ビームスプリッタ27を回転させ、それぞれの偏光ビームスプリッタの透過率を調整し（ステップS9）、再度2つのレーザ光のエネルギー
10 を測定し、許容値内になるまで繰り返し調整を行う。

また、あらかじめ設定された偏光ビームスプリッタの回転角度範囲内、例えば $\pm 5^\circ$ の範囲内でエネルギー差の許容値をできるか否かを判断し（ステップS8）、満足できない場合は、レーザ発振器から円偏光のレーザ光が導かれた場合には円偏光率の低下、直線偏光のレーザ光が導かれた場合には、第一の偏光ビームスプリッタ25の透過、反射の偏光方向に対して 45° の角度で導かれている偏光方向の角度ずれ等、装置のメンテナンスが必要な状態であると判断し、プログラムを終了し図示されていない操作画面にプログラムが正常終了しなかったこと、メンテナンスを促す内容のメッセージを表示する。
15
20

このような偏光ビームスプリッタの角度の自動調整は定期的に、例えば段取り時や、装置の立ち上げ時等を実施することで、レーザ光のエネルギーバランスは常により高い精度を維持することができ、作業者の熟練度も不要となるため安定した加工を実施することができる。

25

次に、加工位置精度を維持、向上するため、ガルバノスキャナの振れ

角の自動補正を実施する際のフローを第5図を用いて説明する。

まず、XYステージ31上のあらかじめ設置された補正用の被加工物37（例えばアクリル板）をf θ レンズ28の加工エリア内に移動する。第二のシャッター34bを開き、第一のシャッター34aを閉じ（ステップS11）、レーザ光26bのみを第二のガルバノスキャナ30により走査し、被加工物にあらかじめ設定された範囲、例えば50mm角四方の範囲に第二のガルバノスキャナ30の振れ角補正前の加工を実施する（ステップS12）。

加工実施後、XYステージ31を駆動することによりCCDカメラ36で加工穴の位置精度を測定する（ステップS13）。測定結果を基準位置と比較することにより、図示しない制御装置において第二のガルバノスキャナ30の振れ角の補正値が算出される（ステップS14）。

その後、XYステージ31を駆動することで、再び補正用の被加工物37をf θ レンズ28の加工エリア内に移動し、被加工物37に第二のガルバノスキャナ30の振れ角補正後の加工を実施する（ステップS15）。

加工実施後、XYステージ31を駆動することによりCCDカメラ36で加工穴の位置精度を測定し（ステップS16）、予め設定された許容値と比較し（ステップS17）、許容値を外れている場合は装置の異常、または使用方法に誤りがある可能性があることをオペレータに認識させるためプログラムが終了し、図示しない操作画面等にプログラムが正常終了しなかった内容のメッセージを表示する。

一方、許容値内であれば第二のガルバノスキャナ30の振れ角の補正は終了し、第一のガルバノスキャナ29の振れ角補正に移る。

第一のガルバノスキャナ29の振れ角補正においては、第一のシャッ

ター 3 4 a を開き、第二のシャッター 3 4 b を閉じる（ステップ S 1
8）ことで、レーザ光 2 6 a のみを第一のガルバノスキャナ 2 9、第二
のガルバノスキャナ 3 0 により走査し、第二のガルバノスキャナ 3 0 振り
角補正実施時と同様の範囲に第一のガルバノスキャナ 2 9 の振れ角
5 補正前の加工を実施する（ステップ S 1 9）。

例えば、第一のガルバノスキャナ 2 9 はレーザ光 2 6 a をレーザ光 2 6
b を中心とした 4 mm 角四方の範囲に走査するように制御し、第二のガ
ルバノスキャナ 3 0 はレーザ光 2 6 a を 4 6 mm 角四方の範囲に走査
するように制御することで、第一及び第二のガルバノスキャナ 2 9、3
10 0 を介したレーザ光 2 6 a は、5 0 mm 角四方の範囲に加工を実施する
ことができる。

加工実施後、X Y ステージ 3 1 を駆動することにより C C D カメラ 3
6 で加工穴の位置精度を測定する（ステップ S 2 0）。

測定結果を基準位置と比較することにより、制御装置において第一の
15 ガルバノスキャナ 2 9 の振れ角の補正值が算出される（ステップ S 2
1）。

その後、X Y ステージ 3 1 を駆動することで、再び補正用の被加工物
3 7 を $f \theta$ レンズ 2 8 の加工エリア内に移動し、被加工物 3 7 に第一の
ガルバノスキャナ 2 9 の振れ角補正後の加工を実施する（ステップ S 2
20 2）。

加工実施後、X Y ステージ 3 1 を駆動することにより C C D カメラ 3
6 で加工穴の位置精度を測定し、許容値を外れている場合は第二のガ
ルバノスキャナ 3 0 の振れ角補正時同様に装置の異常、または使用方法に
誤りがある可能性があることをオペレータに認識させるためプログラ
25 ムが終了し、操作画面にプログラムが正常終了しなかった内容のメッセ
ージを表示する。

一方、許容値内であれば第一のガルバノスキャナ 29 の振れ角の補正は終了する。

このようなガルバノスキャナの振れ角の自動補正はある条件を満たしたとき、例えば、ガルバノスキャナ本体または、周囲の温度をモニターし、一定の温度変化が生じたとき、または、一定の経過時間に達したとき
5 ときに実施するように制御することで、常に安定した位置精度で加工を実施することができる。

本実施の形態では、円偏光のレーザ光を偏光ビームスプリッタに導き
10 分光する手段を用いているが、実施の形態で示していないレーザ発振器から偏光ビームスプリッタにおいて互いに直交する反射、透過の偏光方向に対して 45° の角度で直線偏光を発振し、導くことで、同様の効果を得ることが可能である。

15 実施の形態 2.

また、偏光ビームスプリッタで分光後、再度円偏光にするか反射、透過の偏光方向に対し 45° の角度で偏光ビームスプリッタへ入射することにより、分割を繰り返すことが可能で、2つのビームだけではなく、 $2n$ のレーザ光で加工を実施することも可能である。

20 第6図は、第三の偏光手段を追加し、4つのレーザ光で加工を実施する場合のレーザ加工装置の実施例を示す概略構成図である。

第6図における構成では、図示していないレーザ発振器から、円偏光または直線偏光のレーザ光を導き、第三の偏光ビームスプリッタ 38 でレーザ光を分光し、第三の偏光ビームスプリッタ 38 を透過したレーザ光
25 26 の偏光方向、反射したレーザ光 39 の偏光方向がそれぞれ、第一の偏光ビームスプリッタ 25、25Aにおける反射、透過の偏光方向に対

して45°の角度で入射するよう光路を導くことで、レーザ光26をレーザ光26a、26bに、レーザ光39をレーザ光39a、39bに分光している。

5 第一の偏向ビームスプリッタ25、25A以降の光路については第1図に示すこの発明の実施形態と同様の構成により、被加工物に4つのレーザ光を照射して、加工を行うことを可能にしている。

なお、第三の変更ビームスプリッタ38で分光された後、被加工物に照射されるまでの光路長は、全て同一長にすることにより、分光した4つのレーザ光のビームスポット径を同一にすることができる。

10 ビームスプリッタの調整に関しては、第7図に示すように、まず、第一及び第二のシャッター34a、34bのみを開けた場合のレーザ光26（26aと26bの和）のエネルギーと、第三及び第四のシャッター34c、34dのみを開けた場合のレーザ光39（39aと39bの和）のエネルギーとを比較して、第三の偏光ビームスプリッタ38を回転させ、
15 レーザ光の入射角度を変化させることで、偏光ビームスプリッタ38を透過したレーザ光26、反射したレーザ光39のエネルギーが等しくなるよう調整を行う（ステップS31）。

その後、第一のシャッター34aのみを開けた場合のレーザ光26aのエネルギーと、第二のシャッター34bのみを開けた場合のレーザ光26bのエネルギーとを比較して、第一の偏光ビームスプリッタ25と第二の偏光ビームスプリッタ27を回転させ、レーザ光26のエネルギーをレーザ光26a、26bに等分するよう調整を行う（ステップS32）。

最後に、第三のシャッター34cのみを開けた場合のレーザ光39aのエネルギーと、第四のシャッター34dのみを開けた場合のレーザ光39bのエネルギーとを比較して、第一の偏光ビームスプリッタ25Aと第二の偏光ビームスプリッタ27Aを回転させ、同様にレーザ光39のエ
25

エネルギーをレーザー光 39 a、39 b に等分するよう調整を行う（ステップ S 33）。

以上の調整により、被加工物 34 に導く 4 つのレーザー光のエネルギーバランスをより高めることを可能にしている。

- 5 ガルバノスキャナの振れ角の自動補正に関しては、シャッター 34 のいずれか一つのみ開く状態としてそれぞれのレーザー光 26 a、26 b、39 a、39 b で基準位置とのずれを検出することにより、各ガルバノスキャナの振れ角の補正を行う。
- 10 以上に述べたように、この発明によるレーザー加工装置を用いると、分光したレーザー光の品質やエネルギーの違いを均一化し、生産性を向上させることができる。また、分光した 2 つのレーザー光の光路長を同一にすることにより、2 つのレーザー光のビームスポット径を同一にすることができる。また、偏光手段の固定部分に回転機構を備えたことにより、より
- 15 安価に分光した 2 つのレーザー光のエネルギーのばらつきを最小にすることができる。といった効果を奏する。

産業上の利用可能性

- 20 以上のように、本発明にかかるレーザー加工装置は、プリント基板等の被加工物に対して穴あけ加工に適している。

請 求 の 範 囲

1. 1つのレーザ光を第一の偏光手段で2つのレーザ光に分光し、一方はミラーを経由し、他方は第一のガルバノスキャナで2軸方向に走査し、2つのレーザ光を第二の偏光手段へ導いた後、第二のガルバノスキャナで走査し、被加工物を加工するレーザ加工装置において、第一の偏光手段で透過したレーザ光は第二の偏光手段で反射させ、第一の偏光手段で反射したレーザ光は第二の偏光手段で透過させるよう光路を構成することを特徴とするレーザ加工装置。

2. 2つの偏光手段の反射面が互いに向き合うように配置し、分光したそれぞれのレーザ光の光路長がそれぞれ同一になる光路を形成することを特徴とする請求の範囲1に記載のレーザ加工装置。

3. 偏光手段の固定部分に、分光した2つレーザ光の軸を含む面に垂直な軸中心に、回転機構を備えたことを特徴とする請求の範囲1または2に記載のレーザ加工装置。

4. 偏光手段を透過するレーザ光の透過率を回転機構の回転により変化させることにより、上記レーザ光のエネルギーバランスを調整することを特徴とする請求の範囲3に記載のレーザ加工装置。

5. 分光したレーザ光のうち、任意のレーザ光を取り出すためのレーザ光選択手段を備えたことを特徴とする請求の範囲1に記載のレーザ加工装置。

6. レーザ光選択手段として、レーザ光を分光したそれぞれの光路に設けられたシャッタの開閉を制御し、任意の光路からのレーザ光を取り出すことを特徴とする請求の範囲5に記載のレーザ加工装置。
- 5 7. 各光路毎のレーザ光のエネルギーバランスを検出する検出手段を備え、この検出手段により検出された各レーザ光のエネルギーバランスがほぼ均等となるべく調整することを特徴とする請求の範囲5または6に記載のレーザ加工装置。
- 10 8. 検出手段は、被加工物が載置されるXYテーブル近傍に設けられたパワーセンサで構成することを特徴とする請求の範囲7に記載のレーザ加工装置。
- 15 9. 分光したそれぞれのレーザ光の光路長が、第一の偏光手段と第二の偏光手段との間でそれぞれ同一になるように形成することを特徴とする請求の範囲1に記載のレーザ加工装置。
- 20 10. 第一のガルバノスキャナが走査する振れ角は、第二のガルバノスキャナが走査する振れ角より小さいことを特徴とする請求の範囲1に記載のレーザ加工装置。
- 25 11. 第一の偏光手段と第二の偏光手段との間で形成される各光路において、各レーザ光は同数のミラーにより反射されることを特徴とする請求の範囲1に記載のレーザ加工装置。
12. レーザ発振器と第一の偏光手段の間に第三の偏光手段を設け、

該第三の偏光手段により分光した二つのレーザ光をそれぞれ複数の第一の偏光手段及び第二の偏光手段に導き、レーザ光を $2n$ 個に分光することを特徴とする請求の範囲 1 に記載のレーザ加工装置。

5

10

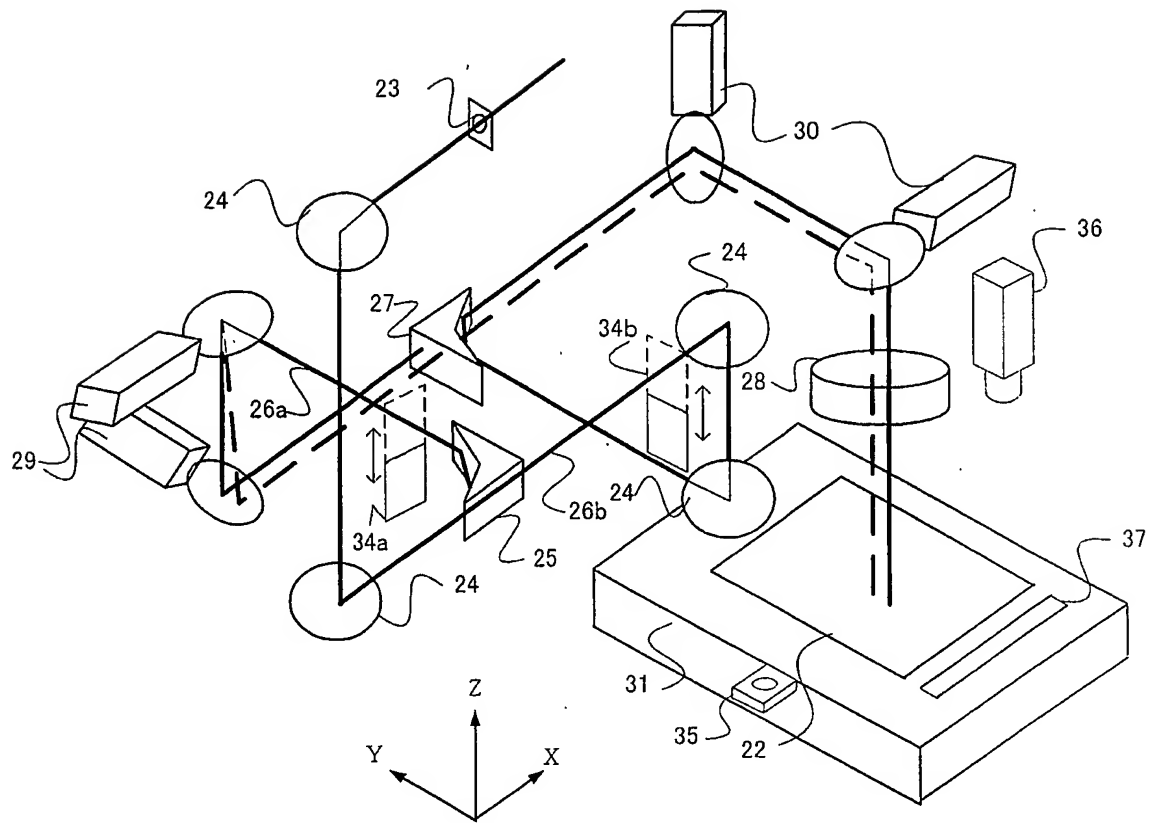
15

20

25

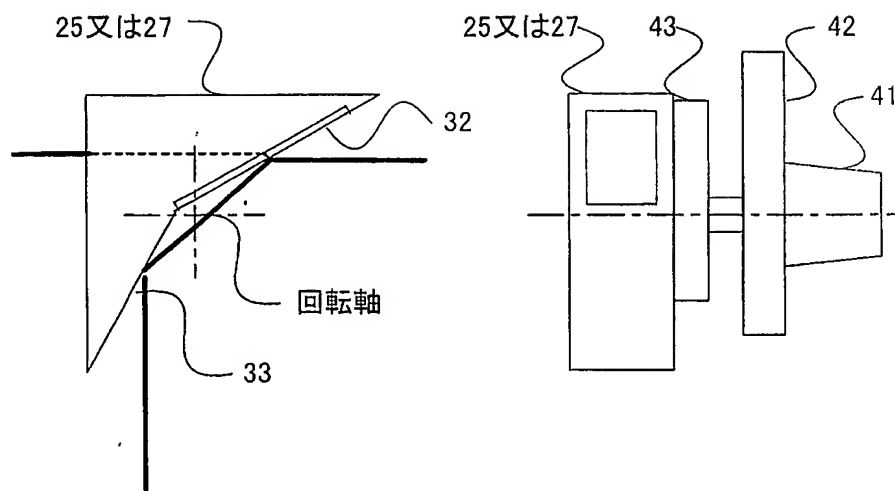
1/9

第1図



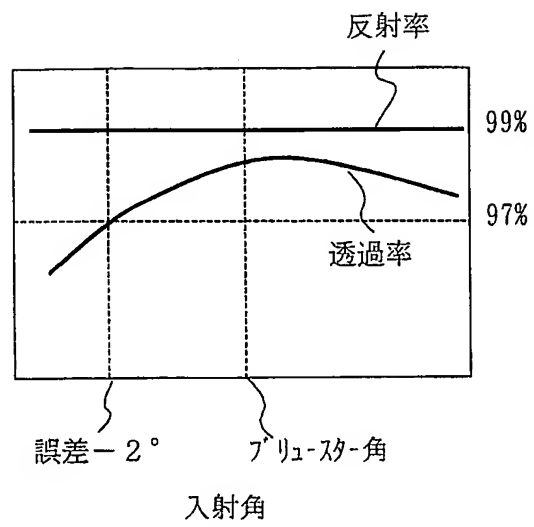
2/9

第2図



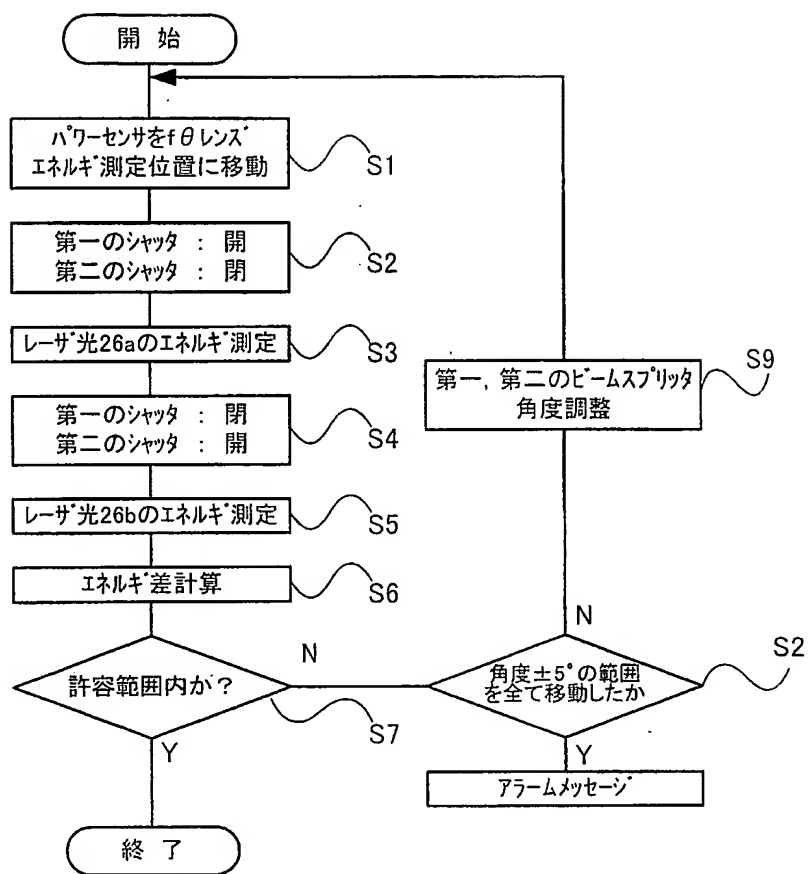
3/9

第3図



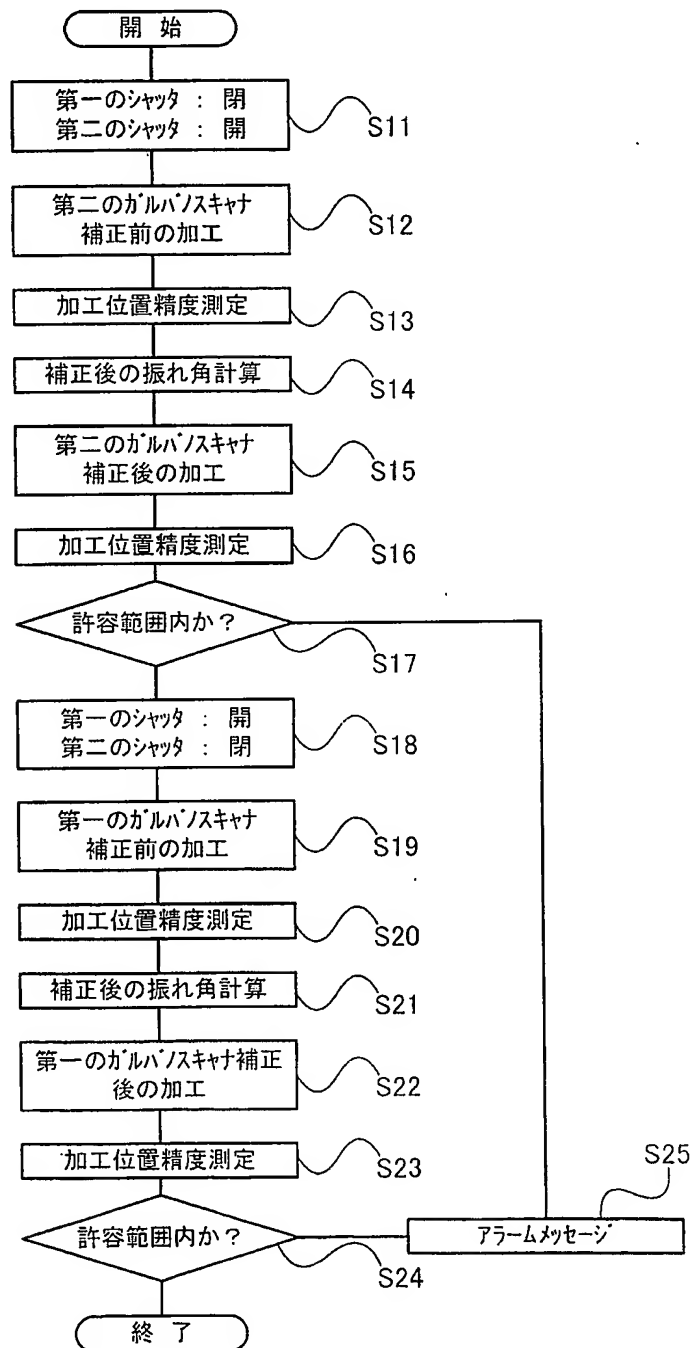
4/9

第4図

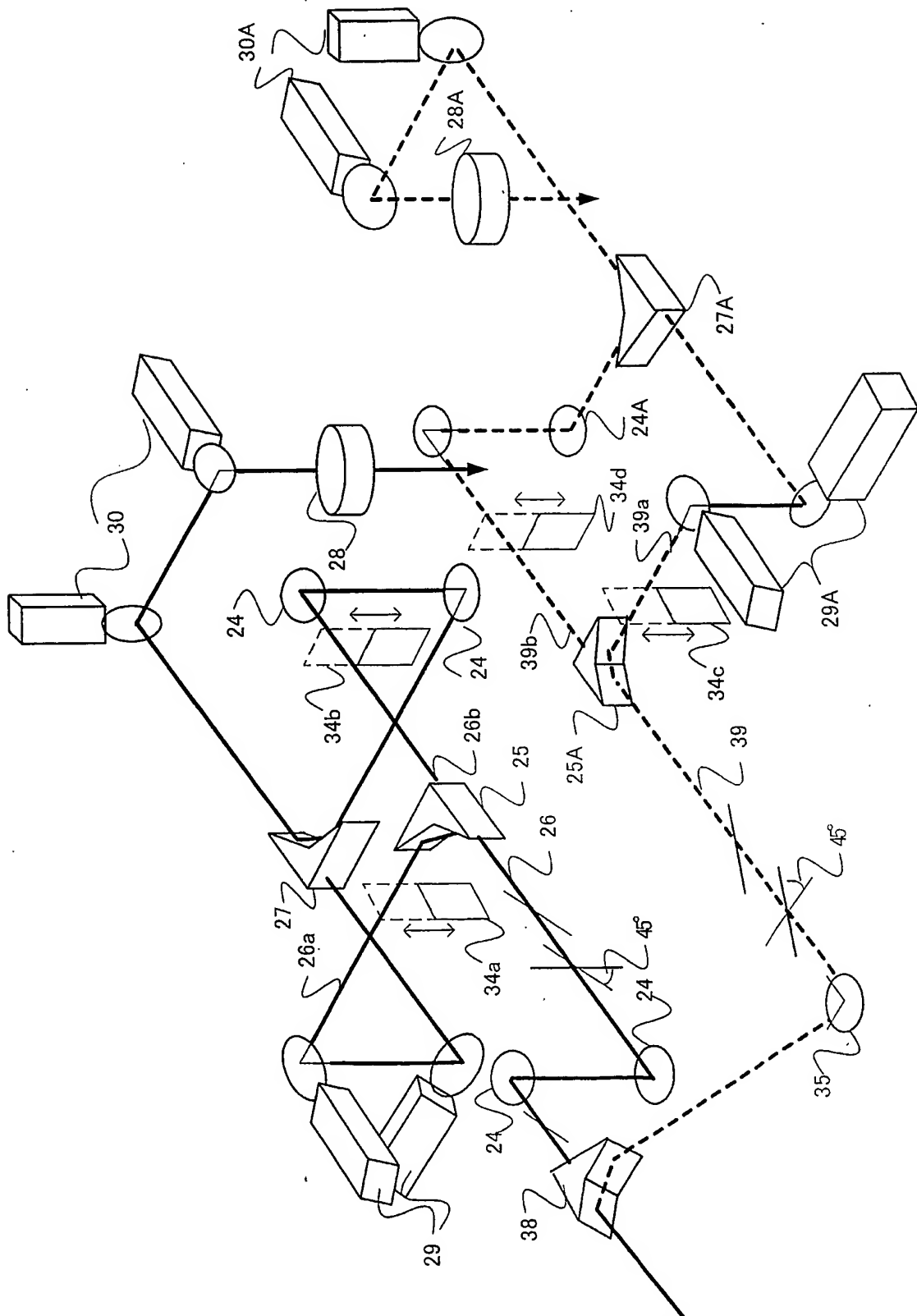


5/9

第5図

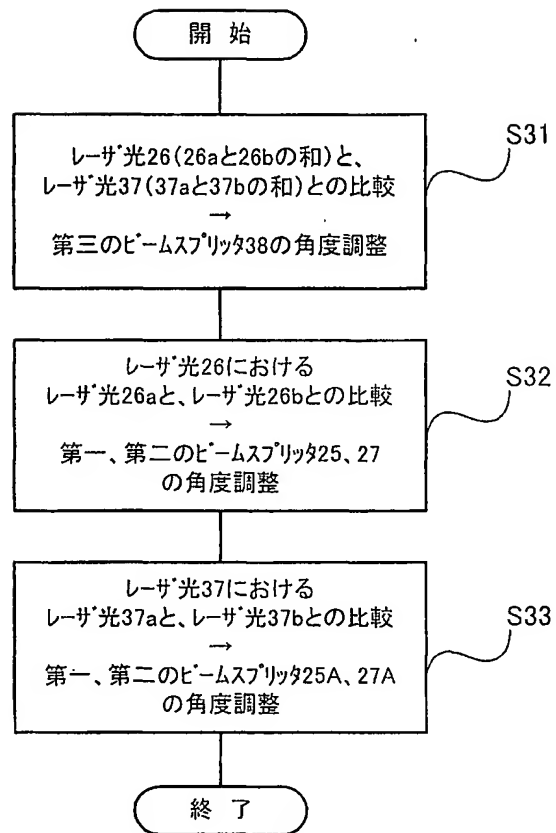


第6図



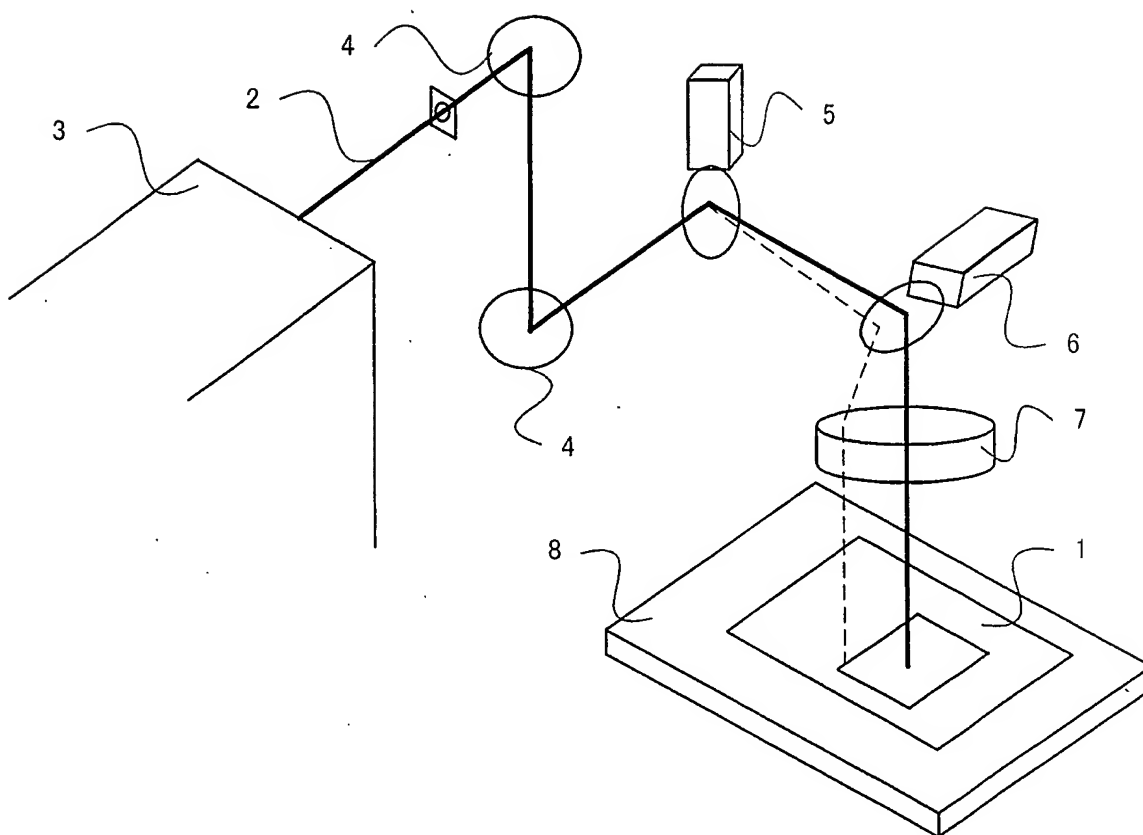
7/9

第7図

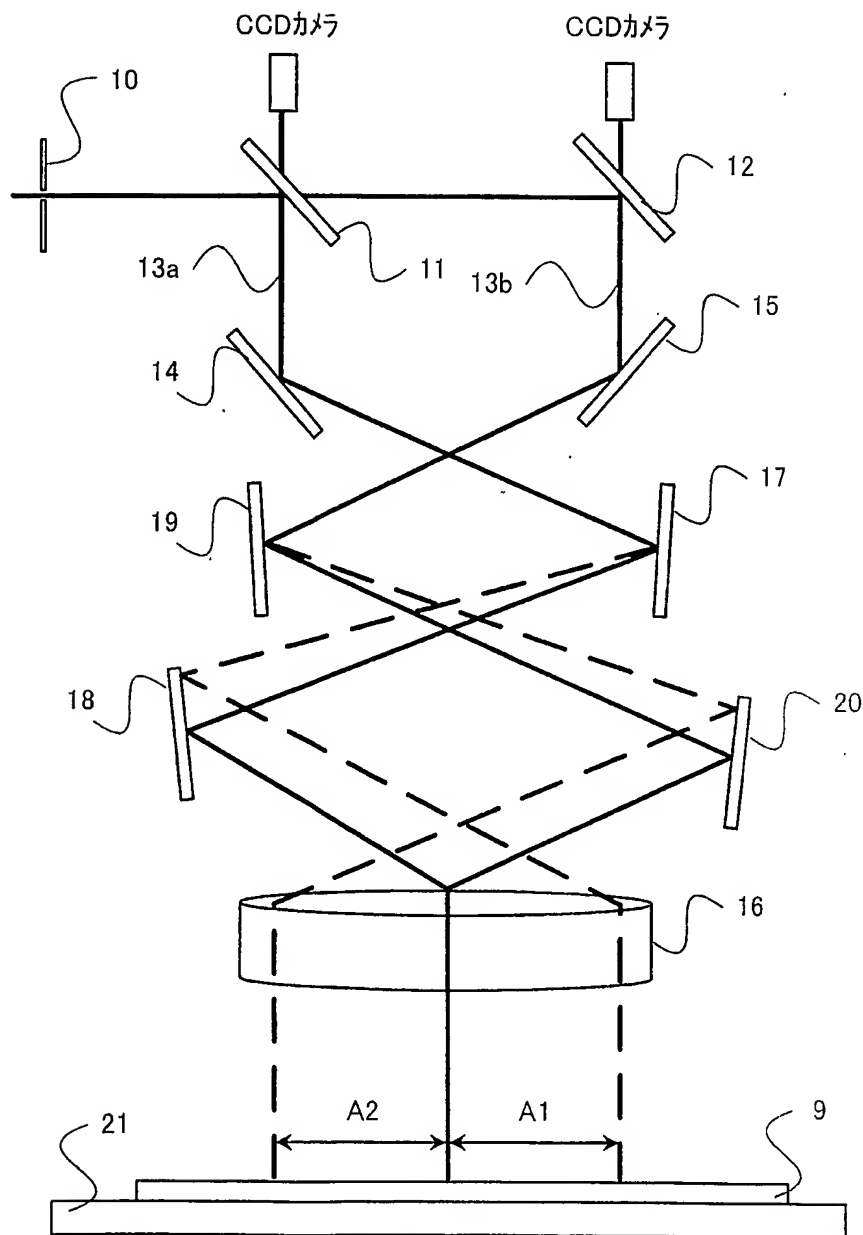


8/9

第8図



第9図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/11838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ B23K26/067, H05K3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ B23K26/067, H05K3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-269790 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 02 October, 2001 (02.10.01), Detailed Description of The Invention; Par. Nos. [0023] to [0032]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-12
A	JP 2000-190087 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 11 July, 2000 (11.07.00), Detailed Description of The Invention; Par. Nos. [0013] to [0022]; Fig. 1 (Family: none)	1-12
A	JP 9-29467 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 February, 1997 (04.02.97), Detailed Description of The Invention; Par. Nos. [0013] to [0015]; Fig. 2 (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
17 February, 2003 (17.02.03)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2003 (04.03.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/11838

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00/53365 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 14 September, 2000 (14.09.00), (Family: none)	1-12

Patent provided by Sughrue Mion, PLLC - <http://www.sughrue.com>

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23K26/067, H05K3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23K26/067, H05K3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-269790 A (住友重機械工業株式会社) 2001. 10. 02, 発明の詳細な説明【0023】-【0032】、第1-3図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2000-190087 A (住友重機械工業) 2000. 07. 11, 発明の詳細な説明【0013】-【0022】、第1図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 9-29467 A (松下電器産業株式会社) 1997. 02. 04, 発明の詳細な説明【0013】-【0015】、第2図 (ファミリーなし)	1-12
A	WO 00/53365 A1 (三菱電機株式会社) 2000. 09. 14 (ファミリーなし)	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 02. 03

国際調査報告の発送日

04.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 昌人

3 P

9257

電話番号 03-3581-1101 内線 3362

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.